

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 621.313.33:62-83

В.Г. Каширских, В.М. Завьялов

СТРУКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ И СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

На кафедре электропривода и автоматизации КузГТУ разработан комплекс методов, позволяющих в реальном времени производить оценку параметров и состояния асинхронных двигателей [1-9]. Для экспериментальной проверки полученных методов был разработан и изготовлен испытательный стенд, который включает в себя испытуемый двигатель, нагружочный генератор постоянного тока, пускозащитный коммутационный блок, датчики тока типа ДТХ-150 и датчики напряжения в виде резистивных делителей, датчик частоты вращения ротора ТМГ 20П и персональный компьютер с платой сопряжения ЛА2М2, а так же специально разработанное программное обеспечение.

Программное обеспечение разделено на две основных части: измерительную, реализующую измерение и сохранение данных о токах, напряжениях статора и частоты вращения ротора, и вычислительную, производящую обработку измеренных данных. Структура вычислительной части программы показана на рис.1, где θ_s – вектор, включающий в себя потокосцепления статора (Ψ_1), ротора (Ψ_2) и цепи намагничивания (Ψ_m), активные сопротивления статора (R_1) и ротора (R_2), индуктивность рассеяния статора ($L_{1\sigma}$) и индуктивность ротора (L_2), оцененные для двигателя, работающего в установившемся режиме работы; θ_d - вектор, включающий в себя потокосцепление ротора, активные сопротивления статора и ротора, час-

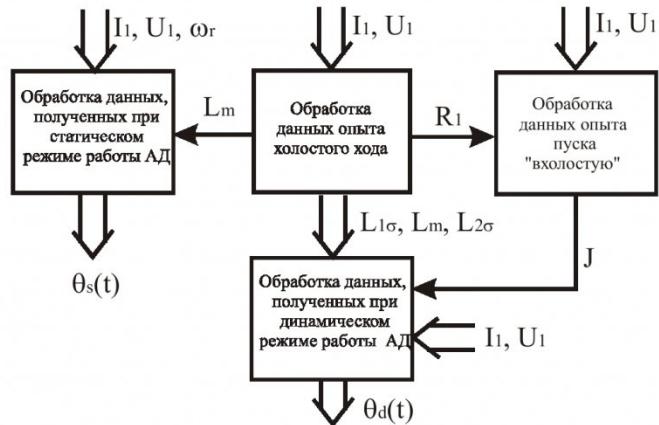


Рис.1. Структура вычислительной части программы

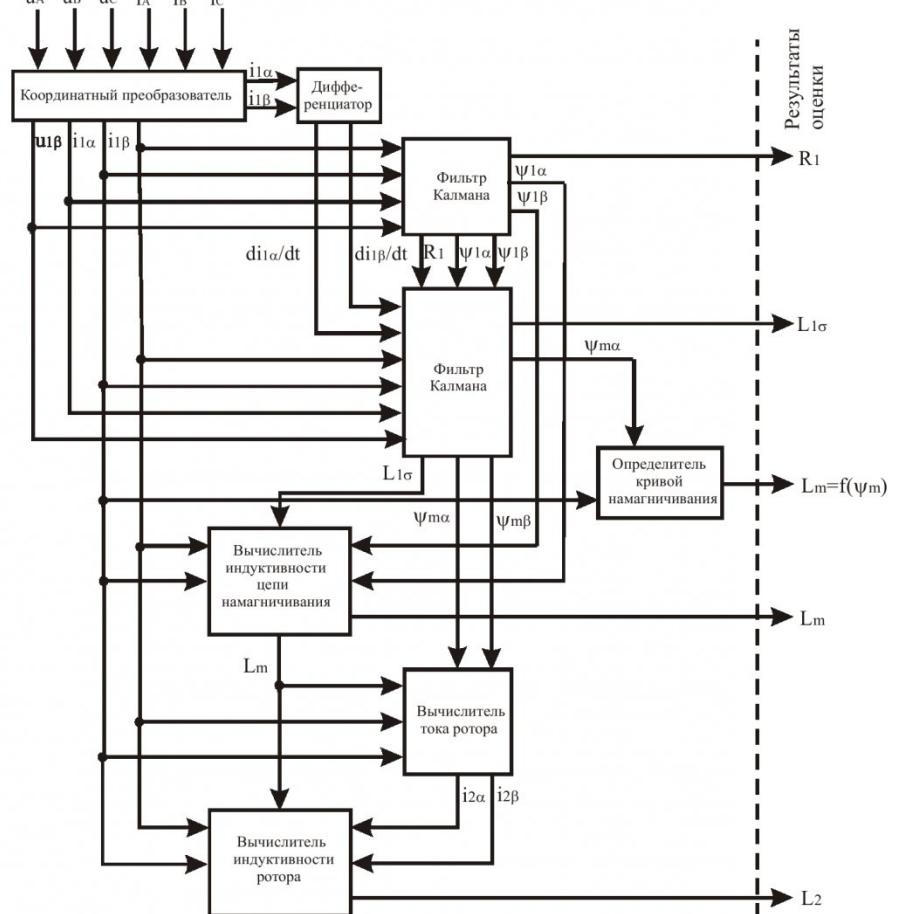


Рис.2. Структура процедуры обработки опыта холостого хода

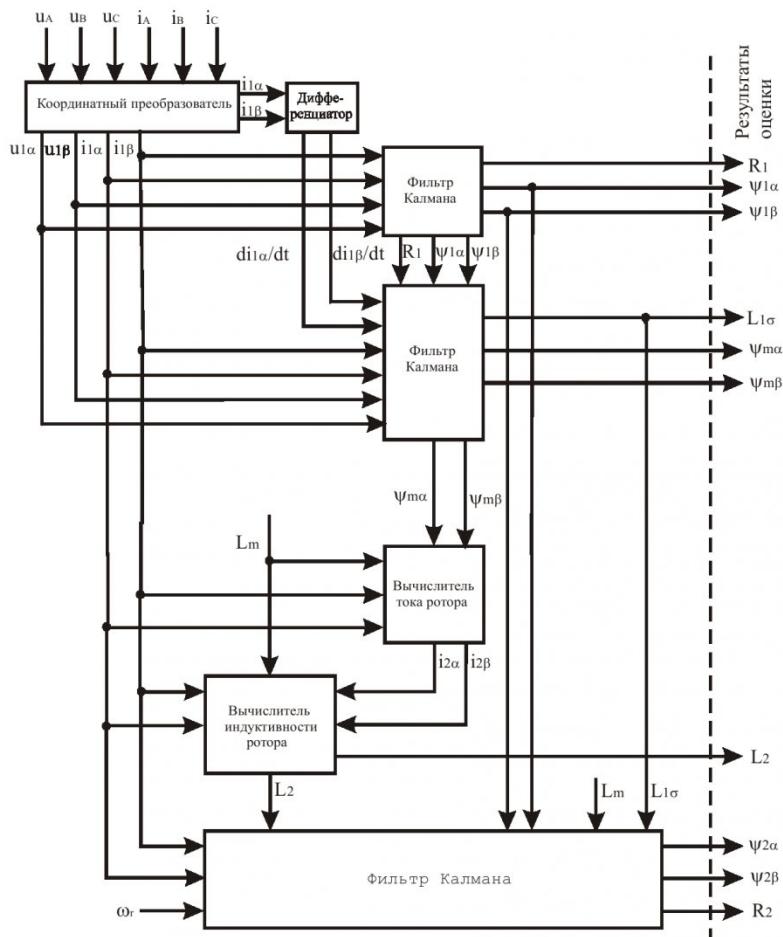


Рис. 3. Структура процедуры оценки параметров и состояния АД, работающего в статическом режиме

тоту вращения ротора (ω_r) и момент сопротивления на валу ротора (M_c), оцененные для двигателя, работающего в электроприводе с динамической нагрузкой. На рис.2 – рис.5 показаны составные части структуры вычислительной части программы.

Для предъявления требований к точности датчиков, используемых в системе измерения, произведен эксперимент, заключающийся в искусственном введении разного рода ошибок в измеряемые сигналы. В результате было выявлено,

что наибольшей является фазовая погрешность (сдвиг по фазе между током и напряжением, вызванный инерционностью датчиков), поэтому при выборе датчиков тока и напряжения наибольшее внимание следует уделять временной задержке сигнала между их выходом и входом.

Исследование шумов измерительной системы показало, что их характеристики соответствуют требованиям, которые предъявляются к ним при использовании для оценок расширенного фильтра Калмана и метода наименьших квадратов.

Из всех оцененных величин АД с короткозамкнутым ротором непосредственному измерению доступны только активное сопротивление и индуктивность статора. Для этих параметров можно оценить погрешность их оценки, которая для активного сопротивления статора составила 0,3% при статическом режиме работы и 3% при динамическом режиме работы, а для полной индуктивности статора - 6,4% для статического режима.

Непосредственное измерение остальных величин невозможно или затруднительно, потому для оценки работоспособности и точности полученных методов использовано компьютерное моделирование на основе модели обобщенной электрической машины - расчет состояния АД с использованием его параметров, подводимого напряжения, и прикладываемого к ротору момента сопротивления методом Рунге-Кутта четвертого порядка.

Далее, из результатов моделирования брались составляющие тока и напряжения статора и, где необходимо, частота вращения ротора, после чего производилось их сложение с шумом, аналогичным присутствующему в реальной измерительной системе, и на их основании производилась оценка параметров и состояния АД. Сравнительный анализ показал, что отклонение данных, полученных при моделировании, от оцененных не превышает 3%, что подтверждает эффективность разработанных методов.

Для экспериментальной проверки методов оценки была проведена серия опытов для ряда двигателей с номинальной мощностью от 1 до 3 кВт. В

Таблица

Параметры двигателя 4AX90L4У3

Данные	Параметры							
	R_1	R_1^*	$L_{1\sigma}$	L_1	L_m	L_2	R_2	R_2^*
Каталожные	3,11		0,010	0,303	0,293	0,311	2,63	
Оцененные	3,10	3,08	0,012	0,189	0,175	0,181	2,71	2,75
Измеренные	3,10		-	0,202	-	-	-	-

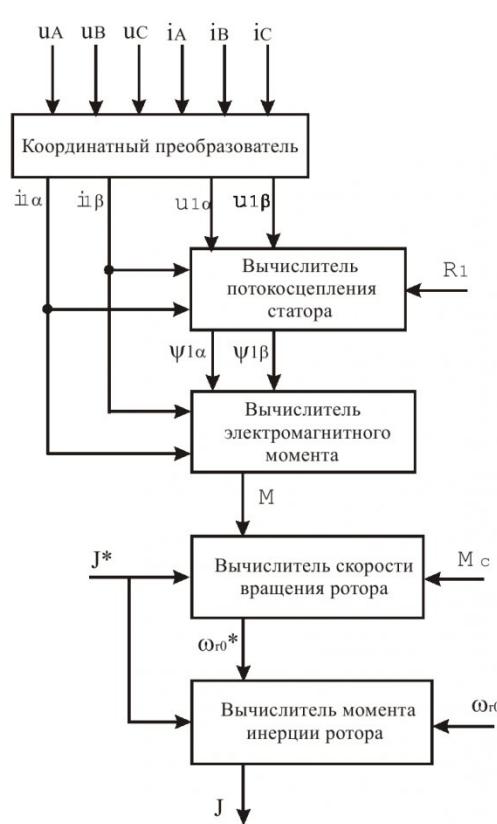


Рис. 4. Структура процедуры обработки данных опыта “пуск в холостую”

таблице показаны результаты оценки параметров двигателя 4АХ90Л4У3 мощностью 2,2 кВт для статического и динамического режимов работы электропривода в сравнении с каталожными и измеренными значениями. Здесь R_1^* , R_2 - величины, оцененные для динамического режима работы.

Проведенные опыты показали достаточно хорошее совпадение результатов оценки с измеренными значениями. В то же время не все каталожные данные, как видно из таблицы, соответствуют измеренным зна-

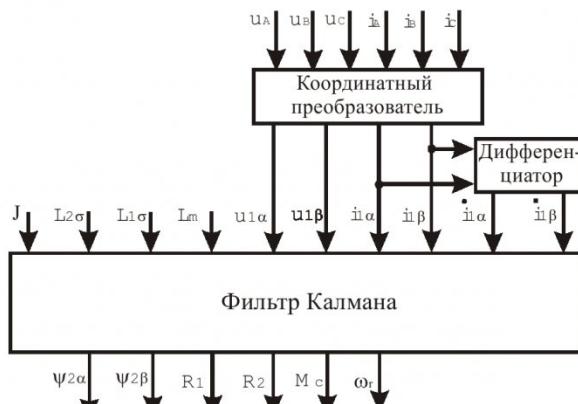


Рис. 5. Структура процедуры оценки параметров и состояния АД, работающего в динамическом режиме

чениям, что подтверждает необходимость проведения оценки параметров конкретных двигателей. Таким образом, разработанные методы можно рекомендовать для практического использования в системах управления, защиты и диагностики регулируемого асинхронного электропривода, при моделировании переходных процессов в электрических сетях с асинхронными электроприводами, а также для контроля качества выпускаемых двигателей и определения их параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каширских В.Г., Завьялов В.М., Соколов Д.В. Идентификация параметров асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором// Проблемы развития автоматизированного электропривода: Труды Всероссийской научно-практической конференции.– Новокузнецк: СибГИУ. 2002. С. 81-82.
2. Каширских В.Г., Завьялов В.М., Соколов Д.В. Определение кривой намагничивания асинхронного электродвигателя // Проблемы развития автоматизированного электропривода: Труды Всероссийской научно-практической конференции.– Новокузнецк: СибГИУ. 2002. С. 85-87.
3. Каширских В.Г., Завьялов В.М., Соколов Д.В. Определение кривой намагничивания асинхронного электродвигателя по результатам испытания на холостом ходе// Вестн. КузГТУ. 2002. №2. С. 14-16.
4. Каширских В.Г., Завьялов В.М., Соколов Д.В. Идентификация параметров асинхронного электродвигателя с помощью метода наименьших квадратов// Вестн. КузГТУ. 2002. №2. С. 17-19.
5. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Идентификация параметров обмотки статора и цепи намагничивания асинхронного двигателя с помощью расширенного фильтра Калмана // Вестн. КузГТУ. 2002. №3. С. 18-20.
6. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Оценка параметров и состояния асинхронного двигателя при динамической нагрузке. - Москва, 2002. – 11с. Деп. в ВИНТИ 26 дек. 2002, №2265-В2002.
7. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Оценка параметров и состояния асинхронного двигателя при установившемся режиме работы – Москва, 2002. 11с. –Деп. в ВИНТИ 26 дек. 2002, №2266-В2002.
8. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Определение индуктивности ротора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором// Вестн. КузГТУ. 2003. №1. С. 20-21.
9. Каширских В.Г., Завьялов В.М. Определение в реальном времени активного сопротивления и потокосцепления ротора асинхронного двигателя при его работе в установившемся режиме // Вестн. КузГТУ. 2003. №1. С. 21-24.

□ Авторы статьи:

Каширских
Вениамин Георгиевич
-канд. техн. наук, доц., зав. каф. электропривода и автоматизации

Завьялов
Валерий Михайлович
- старший преподаватель каф. электропривода и автоматизации